# MEMORIA DEL DOTTORE GUGLIELMO OLBERS SULLA PROBABILITÀ...

Remigio Del Grosso

# MEMORIA

DEL DOTTORE

## GUGLIELMO OLBERS

SULLA PROBABILITÀ

DELLO SCONTRO

## DI UNA COMETA COLLA TERRA

VOLTA DAL TEDESCO IN ITALIANO

dall' Abate

REMIGIO DEL GROSSO

CON GIUNTE ED OSSERVAZIONI

DEL MEDESIMO

FIRENZE

TIPOGRAFIA GIO. BATT. CAMPOLMI

1845

AL CHIARISSIMO

# ABATE ANDREA EICHHOLZER

CONFESSORE

di S. M.

LA REGINA DELLE DUE SICILIE

---

Monsignore

L'omaggio, che ho l'onore di presentarle nella dedica di quest'opuscolo dell'**Astronomo di Brema** per me volto dal tedesco nell'italica favella, è ben dovuto a Lei; tanto perchè ebbe la bontà d'iniziarmi nello studio di quel difficile linguaggio, quanto perchè Le è goduto sempre l'animo nel vedermi percorrere l'arringo delle Scienze Astronomiche, e si è mostrato premuroso d'incitarmivi.

*Si degni dunque di riceverlo in attestato della gratitudine, dell'amore, e del rispetto che ho per Lei, quale un figlio può avere pel suo ottimo padre.*

*Di Lei, Monsignore,*

Devot. ed Umil. Servo

**AB. REMIGIO DEL GROSSO**

# IL TRADUTTORE

*L'opuscolo del Dottor Olbers, il cui volgarizzamento offro al pubblico, fu scritto da quel chiarissimo Astronomo nel* 1824; *e, per quel che sembra, sì a fine di sradicare affatto qualche avanzo di viete opinioni astrologiche, che forse potevan tuttora esistere in Alemagna, come per reprimere un po' la baldanza dei fautori delle dottrine del famoso Dusejour sulle Comete. Tesserne l'elogio, sarebbe lo stesso che voler porre la poca e smorta luce di una fiaccola accanto al Sole per rischiararlo. Mi farò piuttosto ad esporre l'oggetto che mi proposi nel trasportar dal tedesco linguaggio nella nostra favella quest'operetta dello Scopritore di Pallade e Vesta.*

*Vi è al presente, come v'è stata sempre, nell'umana società una classe di persone, che ha il bisogno di sapere, ma non può tutta dedicarsi allo studio, non consentendolo il disimpegno de' sociali doveri ad essa affidato. Il servigio più grato, che le si possa rendere, è quello di togliere alla scienza, per quanto è possibile, ciò che ha di difficoltoso, e presentargliela sotto forme più semplici e più piane; poichè in questo modo si concorre a renderla contenta, abilitandola al sapere con poco dispendio di quel tempo, di cui ha pur grand'uopo per le sue più necessarie occupazioni. Che questa ottima gente ami intender anco qualcosa circa i fenomeni celesti, intorno al modo in cui seguono ed ai rapporti che legan gli uni agli altri, sulle leggi che ne reggon l'origine e l'andamento, non istarò a dirlo, essendo ciò evidentemente dimostrato dalla*

*quotidiana esperienza. Dirò solo che fra i fenomeni celesti l'improvviso apparir delle Comete è ciò che la colpisce maggiormente; e del come si aggiran queste intorno al Sole, e dei danni che potrebbero arrecare alla Terra, sia urtandosi con essa, sia attraendo le acque de' suoi mari, e delle loro masse, e della temperatura, e di mille altre cose, è avidissima di sapere. Or la presente operetta dell'Astronomo di Brema sembra scritta appositamente per contentare da questo lato una così buona classe di figliuoli d'Adamo. In essa l'illustre suo Autore espone e pondera i diversi gradi di probabilità, che possono stare a favor dell'urto di una Cometa contro la Terra, o di un grande lor reciproco avvicinamento, ed indaga quali effetti potrebbero risultare dal tanto strano caso dell'urto, e quali dal caso di una gran vicinanza al nostro Pianeta di alcuno di quegli astri erranti. Nè il partito, che potrebbe cavarsi dall'ipotesi dell'urto di una Cometa contro la Terra per la spiegazione di alcuni fenomeni geologici, per lui si è tralasciato d'indicare; anzi con tutta chiarezza e precisione si è mostrato, e con sagacissima critica se n'è fatta rilevar la reale ed effettiva convenienza.*

*A renderne comune l'uso presso la già descritta parte della umana società, la qual vive nel bel paese che Appennin parte e il mar circonda e l'Alpe, ho tolto a trasportar questa operetta dal tedesco idioma nel nostro. E siccome sarebbero stati inutili, e forse anche d'imbarazzo, alcuni paragrafi, perchè rabescati di formule matematiche, ho creduto ben fatto tralasciarli. Contuttociò ho cercato di far questi salti per modo da salvar sempre l'integrità della dottrina, e di procurare che non ne risentisse punto la chiarezza, pregio fondamentale che si richiede in ogni scritto. Come vi sia riescito lo giudicherà il lettore, a cui pur si aspetta il giudizio di quel poco che mi son arbitrato aggiugnervi di mio in alcune note, le quali non credo di aver fatte nè fuor di luogo nè senza utilità.*

« Uno dei più grandi benefizj pel genere
« umano è quello di dissipar le vane
« paure, le superstizioni, e tutti i mali
« che accompagnano gli errori nati
« dall'ignoranza dei nostri veri rapporti
« colla natura. »

LAPLACE *Expos. du syst. du Monde.*

Poichè il gran Newton ebbe insegnato agli uomini le vere leggi del moto delle Comete, fu mestieri che a poco a poco sgombrassero gli avanzi della superstiziosa paura che se ne aveva, come di foriere, o piuttosto come di reali cagioni astrologiche dei grandi mali, che affliggono il genere umano. Le Comete di fatti altra cosa non sono, se non che corpi celesti, i quali nelle loro orbite si aggirano intorno al Sole, ubbidienti siccome i Pianeti alla eterna ed universal legge dell' attrazione (1). Ma se quel sommo Filosofo fugò le paurose chimere degli Astrologi, vi ebbe però fra i suoi discepoli e seguaci chi nel suo sistema trovò delle ragioni, onde credere che per altri riguardi le Comete potessero riescir fatali alla Terra, ed anche agli altri corpi che concorrono a formare il solare sistema. Per una ragione a noi affatto ignota (2) hanno i Pianeti le loro orbite poco differenti dal circolo e poste tutte in superficie piane, e si muovono intorno al Sole tutti in una medesima direzione, cioè da occidente verso oriente. Affatto diversa è la condizione delle Comete. Esse percorrono le allungatissime loro ellissi (3) in tutte le possibili direzioni. E come dalle più lontane regioni del nostro sistema solare passan dentro le orbite de' Pianeti, e sovente anco dentro l'orbita di

Mercurio (4), così non è difficile incontrare che talvolta esse si avvicinino anche di troppo ai Pianeti, nè del tutto impossibile che coi medesimi si scontrino. Una tale apprensione si eccitò primamente in Halley, stimabile amico e discepolo di Newton. Costui riguardò non solo come possibile lo scontro di una Cometa colla Terra, ma si tenne anche certo che ciò effettivamente abbia una o più volte avuto luogo; e pretese che quindi fosse da ripetersi il diluvio narrato da Mosè (5), o piuttosto le grandi catastrofi sofferte dalla Terra precedentemente all' attual sua figura, e che con tanta evidenza vengono additate dallo stato odierno della sua superficie. Però non il solo scontro di una Cometa col globo terrestre, ma anche un grande avvicinamento di quella, siccome corpo fornito d'ingente mole e di prodigiosa forza attraente, e circondato di spaziosa atmosfera alla nostra non omogenea, potrebbe in conseguenza di altre leggi produrre sensibili e forse fatali alterazioni nell' orbita, nell' asse, nell' atmosfera, nei mari, nelle piante, e negli animali della nostra Terra. Questa idea fu tosto adornata anche troppo, ed avidamente seguita. Il famoso Whiston per mezzo delle Comete spiegò la creazione della Terra, il diluvio universale, e l' ultima catastrofe del mondo, cioè il giudizio finale (6). Le molte edizioni della sua nuova teoria della Terra mostrano sino a qual segno se ne compiacessero i suoi contemporanei. Frattanto in Germania quest' opera era ben poco conosciuta, anche dopo la versione che ne fece Clüver; quando nel 1741 il Rettore Heyn eccitò ad un tratto l' ammirazione dell' universale (7) per l' affinità delle sue idee con quelle di Whiston. Heyn, a cui non si sarebbe saputo negare acume d' ingegno, avea però così poco di cognizioni matematiche ed astronomiche, da non poter rinfrancare il suo romantico concetto con altra maniera di ragioni, se non con quelle tolte dal dotto Scrittore Inglese, o con ragioni che a suo modo egli cavava da illustrazioni della Bibbia, del Talmud, e di qualche altro scritto rabinico. La sua dottrina delle Comete gli fruttò celebrità, nemici, e persecuzioni. Celebrità anco maggiore e più generale applauso ottenne Maupertuis per la famosa sua lettera sulla Cometa del 1742 (8). Quando si fa troppo largheggiar l' immaginativa nel concedere alle Comete dimensioni,

massa, temperatura, atmosfera, ed altre accidentalità di simil fatta, ed alle loro attrazioni ogni ragione di effetti, avvien facilmente che essa ci dipinga or nocive ed or vantaggiose le alterazioni che le Comete posson produrre nella Terra e nell' intero sistema solare. Qualcosa di simile fece Maupertuis. Altri Filosofi al contrario, e segnatamente Lambert, si studiarono di provare per mezzo di cosmologiche e teologiche ragioni la poca o nessuna probabilità dei danni, che agl'innocui Pianeti arrecar potrebbero le Comete. Si avvisavan costoro che una saggia Onnipotenza, potendo, dovea disporre nello spazio le orbite delle Comete in maniera, che esse si trovasser sempre a grandi distanze dai Pianeti, e però non mai in grado di esercitar su i medesimi letali e perniciosi influssi; che la forma e la giacitura di coteste orbite visibilmente cospira a tal fine; che in somma stante l' ordine cosmico attuale, egli è del tutto impossibile fra le Comete ed i Pianeti tanto uno scontro quanto un pericoloso avvicinamento. Ma questa è una poco concludente e molto arrischiata maniera di giudicare dell' umana limitata ragione, che toglie a ponderar l' ordine del creato a seconda delle vedute e dei fini, che pretenderebbe aver dovuto avere una Sapienza Onnipotente. Nel 1773 Lalande si occupò di una rigorosa ricerca sui danni di qualunque genere, che la Terra potrebbe ricever dalle Comete, e ne scrisse il suo *trattato*. Il qual *trattato* dai Parigini, creduto propriamente una *memoria*, era tuttora sotto i torchi, e già eccitava uno strano allarme in Parigi, in Francia tutta, ed in varie altre contrade di Europa (9). Si credè niente meno che Lalande predicesse una prossima catastrofe della nostra Terra per effetto dell' urto che riceverebbe da una Cometa (10). Da per ogni dove era un'arcana inquietudine, un terrore; e Lalande dovè, anche per ordine della Polizia, affrettar la stampa del suo scritto a fin di calmare Parigi. A toglier di mezzo cotesto allarme e coteste paure (11), Dusejour pubblicò le sue *Ricerche sulle Comete*. Dusejour impiega la sua bell' analisi nel dimostrare che una Cometa, comunque suppongasi vicina alla Terra, non può produrre su questa i terribili effetti che già Maupertuis e Lalande pretesero; e che sebbene non sia fisicamente impossibile che una Cometa si scontri colla Terra, o le passi così da vicino da riescirle in

qualche maniera dannosa, pure cotesto caso è tanto inverosimile da potersi scommetter l'infinito contro uno, che non seguirà giammai. « Si può concludere da tai ricerche, egli dice, che a « rigor geometrico non è fisicamente impossibile lo scontro di « una Cometa colla Terra; ma la probabilità morale di un « cosiffatto avvenimento è assolutamente nulla ». Da quel tempo in poi si son sempre riguardati come chimerici que' tanti danni che le Comete potrebbero arrecare alla Terra: ed Astronomi e Filosofi e Fisici riposando sull'analisi di Dusejour, ci ripeteron, come cosa da non mettersi più in dubbio, che le Comete non possono altrimenti esser cagioni di disastri nè per la nostra Terra nè per gli altri Pianeti. Ma in questi ultimi anni uno de' più grandi Geometri, il celebre Laplace, non potendo aderire ai sofismi analitici di Dusejour, rivendicò a sua volta la possibilità dello scontro fra le Comete ed i Pianeti, senza esporre però su questo argomento altro che poche ed indeterminate idee.

Ed ecco in succinto la storia e lo stato attuale di sì celebre questione, la quale è tuttavia degna di esser nuovamente richiamata ad esame.

Proponiamoci dunque di risolvere il seguente general problema: « stimare quanto sia probabile che una Cometa, la cui « distanza perielia sia minore del raggio dell'orbita terrestre, « passi ad una distanza data dalla Terra. »

Io suppongo che per l'orbita di cotesta Cometa sieno egualmente possibili tutte le dimensioni e tutte le posizioni nello spazio; e che la data distanza dalla Terra, che rappresenterò per $a$, sia molto piccola in comparazione della distanza della Terra dal Sole. Riguarderò inoltre l'orbita della Terra come un circolo, il cui raggio $R$ sia eguale alla sua distanza media dal grand'astro. Se s'immagina descritta intorno a questo una sfera del raggio $R$, dovrà la Cometa incontrarne due volte la superficie (12), qualunque sia il punto che ne occupi la Terra. Si descriva intorno a tal punto col raggio $a$ un piccolo cerchio: è evidente che se la Cometa passa per la superficie della sfera dalla parte interna di cotesto piccolo circolo, essa passerà eziandio ad una distanza dalla Terra minore di $a$. Dunque la probabilità di una distanza della Cometa dalla Terra minore di $a$ avrà

colla certezza quello stesso rapporto, che ha luogo tra l'area dell'indicato piccolo circolo moltiplicata per 2 e la superficie della sfera del raggio $R$. Pongasi $= 1 : \pi$ il rapporto del raggio alla circonferenza; l'area del circoletto descritto col raggio $a$ sarà $a^2 \pi$, e quella della sfera descritta col raggio $R$ sarà $4 \pi R^2$. Dunque la cercata probabilità $P$ si potrà avere dalla equazione semplicissima $P = \frac{a^2}{2 R^2}$, o più esattamente (13) dalla equazione $P = \frac{a^2 \sqrt{3}}{2 R^2}$, supponendo $= 45°$ la media inclinazione delle orbite delle Comete al pian dell'ecclittica, e ponendo mente che ciascuna di esse dee traversar due volte la superficie della sfera. Nella ipotesi che segua uno scontro col nostro globo, $a$ dev'essere minore della somma de' semidiametri della Cometa e della Terra. Or le Comete sono astri di mole ordinariamente molto piccola, tal che si possono ritenere per misure medie dei loro semidiametri i valori $0, \frac{1}{5}, \frac{1}{2}$, posto $= 1$ il raggio medio dello sferoide terrestre. Se dunque si pone $R = 23405$ raggi terrestri, si avranno successivamente per $P$ i valori

$$\frac{1}{693538000}\ ;\quad \frac{1}{439623000}\ ;\quad \frac{1}{281127900}\ ;$$

e se per ottenere un risultato medio si suppone $= \frac{1}{5}$ il raggio medio delle Comete, il che sembra potersi ammettere senza allontanarsi troppo dal vero si avrà per la cercata probabilità dello scontro

$$P = \frac{1}{439262300}\ .$$

Dal quale risultato a buon dritto si può concludere, che fra 439 milioni di Comete, le cui distanze perielie cadan dentro l'orbita della Terra, una almeno, e non già nessuna affatto, possa riescir dannosa a questo Pianeta. E siccome le orbite delle Comete varian sempre, e prendono nello spazio diverse posizioni, ed or si slargano or si restringono tutte le volte che quegli astri fanno a noi ritorno, così comunque grande si voglia ammettere il numero di quelle che hanno il perielio dentro l'orbita terrestre, sarà sempre vero che di 439 milioni di passaggi di una Cometa medesima per questo punto della sua

orbita, uno almeno sarà accompagnato dallo scontro di essa colla Terra.

Quest' ultima considerazione ci offre il modo di formarci una idea ancor più precisa di ciascun grado di probabilità, riducendolo in proporzione col tempo. Si ammetta per un momento che in ciascun anno, compensando l'un per l'altro, almeno due Comete passino pel perielio entrando nell'orbita della Terra. Questa supposizione può lasciarsi correre. Di fatti noi osserviamo quasi in tutti gli anni una Cometa, e ben poche ne troviamo che non abbiano il perielio dentro l'orbita terrestre (14). Si conceda per di più un egual numero di cotesti astri che passino inosservati per il perielio, sia che sfuggano a cagione delle loro latitudini australi, della troppa vicinanza al Sole, della enorme distanza dalla Terra (15); sia che si rendano invisibili a cagione de' crepuscoli, del chiaro di Luna, de' nuvoli: e la già fatta supposizione non si troverà molto lontana dal vero. Ciò posto, potremo esprimere in quest' altro modo la probabilità dianzi trovata: « in 220 milioni « di anni circa diventa come uno la probabilità dello scontro di « una Cometa colla Terra. »

L'atmosfera delle Comete è molto più estesa del loro nucleo. Heinfius stimò di 16000 miglia geografiche il semidiametro della Cometa apparsa nel 1744: e quello della Cometa del 1770 aveva per lo meno 17 raggi terrestri di lunghezza. Anche più estesa trovò Schröter l'atmosfera della Cometa scoperta nell'autunno del 1779 (16). Altre al contrario hanno l'atmosfera di molto piccola estensione; e ben si sa che l'atmosfera di una stessa Cometa va soggetta a molte variazioni (17). Supponendo per un *medium* il raggio di coteste atmosfere = 6 raggi terrestri, risulterà

$$p = \frac{1}{17570491}$$

la probabilità del contatto della Terra coll' atmosfera di una Cometa; ed in altri termini risulterà che un contatto di tal genere non può seguire che una sola volta dentro il giro di 8 in 9 milioni di anni.

Lalande e Dusejour si arrestano specialmente a contemplare il caso di una Cometa che passi alla distanza di 13000 miglia

francesi o di circa nove raggi terrestri dal nostro globo; ed il primo asserisce che un avvicinamento di cotesto genere potrebb' esser cagione di gravi sciagure. Se si ritiene il raggio della Terra $= 1432\ \frac{1}{2}$ miglia geografiche, troveremo la probabilità di un tale avvicinamento espresso per

$$P = \frac{1}{7680492}.$$

Esso dunque può seguire una volta sola in 4 milioni di anni.

Nel 1454, se merita fede Giorgio Phranzas, una Cometa dovè avvicinarsi alla Terra più che la Luna, tanto che quest' astro ne venne occultato. Un avvicinamento di tal sorta però è così straordinario, che la probabilità appena tocca il valore della frazione

$$\frac{1}{175705},$$

cioè può accadere una volta sola in 88000 anni (18).

La Cometa apparsa nel 1° Giugno del 1771 fu sei volte più lontana da noi di quanto n' è la Luna. Nessun' altra Cometa fra le ben conosciute e calcolate passò così da vicino alla Terra. Eppure stando alla stima fattane da Burkardt la probabilità di cotesto avvicinamento non oltrepassa il valore di

$$\frac{1}{4672},$$

di modo che non potrebbe seguire che una sola volta nel periodo di 2336 anni.

Si deduce da quanto si è ragionato sin qui che la probabilità dello scontro di una Cometa colla Terra ovvero di un considerevole avvicinamento non è a rigore $= 0$, come pretenderebbe Dusejour (19); ma ha un certo reale valore, il quale per altro è così piccolo che noi nella breve durata di una generazione possiamo fondatamente non averne quasi affatto paura. In cento milioni di anni è come uno la probabilità dell' urto di una Cometa contro la Terra; in 8 milioni di anni potrà questa una sola volta sfiorare l' atmosfera di qualcuno di quegli astri; ed il caso di un avvicinamento tale da mettere in apprensione i Filosofi può seguir soltanto una volta in quattro

milioni di anni. Quest' epoche paragonate colla brevità della vita umana si trovan sempre immensamente grandi, anche se si vogliono ridurre alla metà ed al terzo di quel che sono, credendo a proposito di estendere il numero delle Comete molto più oltre di quel che noi abbiamo fatto.

Dunque la Sapientissima Onnipotenza del Creatore ha congegnato il sistema solare di maniera tale, che e Pianeti e Comete per ben parecchi milioni di anni posson liberamente percorrer le loro orbite senza essersi a vicenda di ostacolo. Ma opporrà forse qualche discepolo di Lambert: « La probabilità « dello scontro fra una Cometa ed un Pianeta, che qui sembra « sussistere, si trova soltanto ne' vostri *calcoli* e non già in « *natura*. In cotesti calcoli voi avete supposto che per le orbite « delle Comete sian possibili tutte le dimensioni e le posizioni « che sappiamo immaginare. Ma la vostra mente limitata nelle « quasi 100 orbite di Comete (20) che sinora si conoscono, non « ha potuto rilevar l' ordine e le leggi, a norma delle quali « esse sono state collocate nello spazio. L' infinita Sapienza del « Creatore avrà così ben fissate queste leggi e quest'ordine, da « render perfettamente nulla anco la più lontana probabilità « di uno scontro. » Alla quale difficoltà io rispondo, che se vi fosser realmente coteste leggi e cotest' ordine tra le 100 orbite delle Comete, qualche traccia ormai se ne sarebbe scoperta. Ma siccome al contrario le dette orbite incessantemente ed in un modo assai sensibile si variano e si spostano per la ognor cangiante attrazione degli altri corpi celesti (21), così pare che il supposto legame, mercè cui si dovrebbe render del tutto impossibile per un' epoca qualunque ogni maniera di scontro, non possa esser durevole. E non è egli sufficiente cotesto perchè tali casi straordinarii di urto possan seguire fra i corpi celesti? E poi ideando noi un mondo che escluda affatto coteste catastrofi, non è egli misurare colla nostra limitata ragione l' Infinita Sapienza del Creatore? Non potè forse Questi stabilir negl' imperscrutabili suoi decreti che un Pianeta, quando già compiuta sia la missione degli animati suoi abitatori, quando tutte le forze fisiche e morali a quella sua opera pertinenti abbian subito il lor pieno sviluppo, non potè stabilire, io dico, che cotesto Pianeta soffra una catastrofe, la quale ne distrugga

tutti gli esseri organizzati e viventi, perchè Egli poi ve ne sostituisca una novella e forse più perfetta famiglia? Oltre di che è ormai verità da non patir più contrasto, aver la nostra Terra, se non ripetute volte una volta almeno sofferta una metamorfosi generale, e con essa tutti gli esseri organici e viventi che ne popolavan la superficie. Coteste metamorfosi possono esser remote quanto più si vuole, io ne convengo; ma dimostran sempre che potendo ripetersi dallo scontro di una Cometa colla Terra, questo avvenimento entra non solo ne' limiti del puro possibile, ma può eziandio effettivamente seguire.

Quali saranno poi le conseguenze che dobbiamo aspettarci nel tanto strano caso di un grande avvicinamento od anche di uno scontro fra la Terra ed una Cometa?

Da un avvicinamento, comunque si voglia grande fra questi due corpi celesti, noi non abbiam nulla di rilevante a temere (22). Quanto di terribile e spaventevole ne descrisser l'esaltate fantasie di Whiston, Steyn, Maupertuis e Lalande, tutto è privo di fondamento, tutto è strana amplificazione. Le Comete son corpi di una così piccola massa, e passan con tanta rapidità dappresso alla Terra, che la loro attrazione non può produrre altro che piccolissime alterazioni nell'orbita e nel moto di questo Pianeta. Eulero e Dusejour han fatto speciali ricerche su quest'oggetto, e propriamente nella ipotesi che la massa della Cometa eguagli quella della Terra, ed han trovato che solo l'orbita di questa potrebbe riportarne lievissime variazioni. Però tutte le Comete cercate sinora col sussidio de' telescopi, lungi dal presentar massa così grande, l'han presentata tale da potersi riputar presso che nulla. Ne consiegue dunque che tutte le perturbazioni, che una Cometa passando da vicino alla Terra potrebbe produrre nel movimento di questa, saranno d'interesse pei soli Astronomi. Ma le ricerche di Dusejour spandon su quest'argomento anche maggior luce di quel che fanno le intralciate formule Euleriane; poichè Eulero non prende a considerar propriamente il caso dell'avvicinamento di una Cometa, ma il caso in cui si rinnovellino le perturbazioni ch'essa produce nel moto della Terra. Dusejour dunque trova che una Cometa di massa eguale alla Terra passando alla distanza di 13000 miglia francesi da questa, ne

varierebbe l'orbita per modo che l'orbita ne resterebbe tagliata sotto un angolo di 2°. 4'. 10", e la distanza dal Sole accresciuta di circa 0,0044 (23). Ed allora anche la lunghezza dell'anno solare andrebbe variata, poichè si ridurrebbe a 367g. 16or. 4'. 48" (24). Laonde da Comete di così enorme grandezza altro non dovrebbe aspettarsi che variazioni in sulle prime importanti pei soli Astronomi, e poscia in qualche modo anche per le altre classi degli uomini a cagione della indispensabile riforma del Calendario. Ma del come sian poco di accordo con questo risultato i reali effetti dell' attrazione delle Comete ne dà un esempio quella del 1770. Supponendo la sua massa eguale alla massa della Terra, questa Cometa in conseguenza del tanto paventato suo avvicinamento alla medesima seguito nel 1° Luglio di quell' anno, avrebbe dovuto prolungar la durata dell' anno solare di 2or. 47'. 13". Nel fatto non lo prolungò che di soli 2", onde la sua massa non era che $\frac{1}{5000}$ della massa terrestre. Questa medesima Cometa attraversò per ben due volte il sistema de' Satelliti di Giove, e pur non produsse perturbazioni sensibili nel moto di questi piccoli astri (25).

Ma se le variazioni, che nell' orbita e nel movimento della Terra produrrebbe una Cometa passando a piccola distanza da quella, son tali da non poter recare danno alcuno agli abitatori della medesima, non son meno innocui gli effetti che per altri riguardi ne potrebbero risultare. Attesa la piccolezza della lor massa e la rapidità del loro movimento le Comete non son mai in grado di sollevar tant' alto le acque de' mari, da produrre una generale inondazione. Ed anche il contatto della coda di uno di cotesti astri colla Terra non lascerebbe paventar conseguenze fatali, essendo composte di materia estremamente fine e diafana, ed in certo modo somigliante alla luce zodiacale. Attribuire poi con Gregory alle Comete uno stato d' incandescenza, o creder con altri che il vaporoso loro involucro mescolandosi coll' atmosfera della nostra Terra, potesse infettarla di un non so che di micidiale e di pestifero, sono opinioni alla prima delle quali non si saprebbe dar salda base, ed all' altra attribuire nè punto nè poco di verosimiglianza (26).

Molto più rilevanti sarebbero gli effetti dello scontro di una Cometa colla Terra. Se si ha riguardo alla prodigiosa

velocità di questi corpi celesti, e si concede alle Comete un nucleo consistente e compatto, risulta cosa evidente che una di queste scontrandosi colla Terra potrebbe ridurla in pezzi, massimamente se l'urto seguisse nella direzione della linea retta che passa pei loro centri e pel punto di contatto, e que' corpi andasser l'uno incontro all' altro. Nelle più sfavorevoli circostanze dall'urto, quando cioè la Cometa fosse estremamente piccola, di una massa poco consistente, e lo scontro succedesse obliquo, pare che se la Terra non dovesse esser ridotta in pezzi, non potrebbe salvarsi da una qualche spaventevole catastrofe. Mi piace descriverla colle parole dell'immortale Laplace. « Egli « è facile, ci dice, idearsi gli effetti che la Terra risentirebbe « dall' urto di una Cometa. L'asse ed il movimento rotatorio « se ne cangerebbero; i mari abbandonando la primitiva lor « posizione si precipiterebbero verso il novello equatore; una « parte degli uomini e degli animali annegati in questo diluvio « universale, o distrutti andrebbero dalla violenta scossa im- « pressa al globo terrestre; intere specie di esseri sparirebbero; « e tutti i monumenti dell'arte e dell'ingegno umano si risolve- « rebbero in uno spaventevole ammasso di rovine. »

Così egregiamente scrive l'Autore della Meccanica Celeste, il quale sembra però darsi maggior pensiero degli effetti dell' asse spostato e della variazione del moto rotatorio della Terra, che di quelli che procederebbero dall'urto stesso. Io dunque aggiugnerò la descrizione che ne fa Halley, dopo di aver anch' egli trattato dello spostamento che subirebbe l' asse della Terra. « Ma però, son queste le sue parole, io non « considerava l'orrendo disequilibrio che quell'urto cagionerebbe « nelle acque del mare, disequilibrio che è degno di tutta la « nostra attenzione, quando si vuol render ragione di molti « fenomeni maravigliosi, come a dire delle diverse stratificazioni « delle terre ammonticchiate sovra cumuli di ossa di animali, « che già vivevano in grembo al mare; del sollevamento delle « montagne dove altre volte eran valli; del rimescolamento e « confusione seguita negli elementi tutti, in quella guisa me- « desima che ne vien descritta dagli Storici dell'antico Caos. « In conseguenza della scossa, che per un urto di tal sorta « risentirebbe la parte *continentale* del nostro globo, sarebbe

« mestieri che le acque, e tutti i fluidi non congelati, ed il
« mare stesso con grandissimo impeto sboccassero su quella parte
« della sfera terrestre, ove l'urto seguì; e le terre travolte e
« rapite dalle onde vorticose si componessero in poggi e monti,
« a misura che queste van ripigliando lo stato del primitivo equi-
« librio. E ciò forse tornerebbe anche utile a spiegar la for-
« mazione di quelle lunghe catene di montagne che cadono sotto
« i nostri sensi. Per rigurgito di così poderosa mole di acque
« la sfera terrestre provando una controspinta, minore senza
« dubbio dell'urto primitivo, concepirebbe un movimento oscil-
« latorio; il quale rallentandosi a poco a poco finirebbe col
« ridurre le cose allo stato, in cui le vediamo al presente sulla
« superficie della Terra. » Halley è pur di avviso che ne' se-
coli scorsi ed assai remoti il polo nord della Terra fosse
molto vicino alle regioni dell'attuale America settentrionale; e
rende così ragione del freddo che quivi regna molto maggiore
di quello che domina in Europa sotto le medesime latitudini.

Che le accidentalità della nostra Terra chiaramente dimo-
strino aver questa dovuto subire una grande rivoluzione e da
non molte migliaja di anni, e precedentemente altre catastrofi,
è cosa che in oggi non si saprebbe richiamare più in dubbio.
Le condizioni e lo stato dell' attual sua superficie sembrano il
risultato di un avvicendamento di rovinosi cangiamenti sofferti.
La più gran parte degli attuali continenti eran mari nell' età
decorse, e questi a lor volta coprivano colle loro acque le
montagne, nelle quali presentemente rileviamo indizj pur troppo
manifiesti della loro lunga permanenza su di esse. Animali e
piante, se non delle specie odierne, certamente di specie a
queste analoghe, e che ora trovansi nelle meridionali contrade,
in altr' età vivevano e vegetevano nelle boreali regioni del no-
stro globo, come dimostran gli avanzi e le ossa che vi si
rinvengono. La Terra senza dubbio sembra molto antica; ma
l' attual figura della sua superficie e gli agenti morali che
l' abitano son di data pur troppo recente. Nessun monumento
di questi saprebbe vantar più di tre o quattro mila anni di età;
e nessuna accidentalità di quella ne astringe, come Deluc a
mio parere ha egregiamente osservato, ad escire dalle epoche
ordinarie.

Si sa eziandio come sia lavoro infruttuoso il cercar nella figura de' corpi della nostra Terra, nelle incessantemente operative forze della natura, nella teoria della generale attrazione una spiegazione completa e soddisfacente di coteste grandi rivoluzioni. Le più di 40 o 50 Geogonie immaginate sinora dai Filosofi son mere ipotesi, e nella più gran parte inverosimili. Le sole Comete sembran poterci offrire una spiegazione comportabile di coteste vicende. E siccome abbiam fatto già osservare che lo scontro di una Cometa colla Terra è possibile non solo, ma molto verosimile nel giro di 100 milioni di anni; così potrebbe ammettersi l'opinione di Halley e di altri indagatori della Natura, i quali suppongono che la Terra siasi urtata contro una Cometa, ed abbia quindi riportato uno spostamento nella posizione primitiva del suo asse, e subita quella catastrofe prodigiosa che diede esistenza all'attual configurazione della sua superficie. E questa ipotesi par che venga in certo modo avvalorata e sostenuta anco dai risultati delle misure geodetiche, le quali fanno inclinare a credere, che l'attuale asse di rotazione della Terra non sia più quello intorno a cui ravvolgevasi, quando si componeva nella figura sferoidale. (27).

Questa medesima ipotesi potrebbe acquistare maggior verosimiglianza, esaminando accuratamente quel che mi fo ad esporre. Non è verità pienamente chiarita in oggi se le Comete siano o no corpi consistenti, od in altri termini se abbiano o o no un nucleo solido e compatto. La maggior parte di quelle, che si dicono telescopiche, sembrano almeno non aver nulla di cotesto, ma sembrano invece composte di un sottil tessuto vaporoso. Ciò è stato verificato da Herschell nelle undici Comete da lui esaminate coll'immenso suo telescopio; e ciò qualche volta ho trovato io medesimo, specialmente nelle Comete del 1795, 1797, 1798 ec. ec. (28). Altre al contrario hanno un nucleo molto marcato e somigliante a quello de' Pianeti (29); ma che però, come sembra risultare dalle apparenze e massimamente dal difetto di ogni sorta di fasi (30), può essere non un corpo solo e consistente, ma una parte di atmosfera più condensata e risultante dall'accozzamento di molti altri piccoli nuclei. Io sarei quasi inclinato ad ammettere

due specie di Comete, cioè di quelle che debbono riguardarsi come corpi di origine cosmica, e di quelle che potrebbero essere una modificazione della sostanza solare (31); e nella prima specie porrei le Comete fornite di nucleo come i Pianeti, e nell' altra quelle nelle quali traccia di nucleo non si rileva. Ma a tutte però concederei una sostanza così ponderabile e grave, che scontrandosi colla Terra o con un altro qualunque Pianeta, possan far seguire variazioni assai notabili quando nei loro assi di rotazione, e almen sempre nella loro figura. Il quale concetto non è punto in contradizione con quello di Laplace, che in conseguenza della poca energia di cotesti scontri, quando pur sieno seguiti fra le Comete ed alcun corpo del sistema solare, molti fenomeni, che questo presenta e sembran dipendere dalle primitive sue condizioni, sussistan tuttavia, come p. es. la poca eccentricità della maggior parte delle orbite planetarie, l' uniformità del moto rotatorio della Luna, e la librazione de' primi tre satelliti di Giove (32). Qual contradizione di fatti involverebbe l'ammetter che la Luna ed i Satelliti di Giove si sieno scontrati con una Cometa nel tempo decorso dall' epoca della loro origine sino ai dì nostri? E per ciò che riguarda la piccolezza dell' eccentricità delle orbite planetarie, lo prova soltanto che le masse delle Comete son molto piccole in comparazione di quelle de'Pianeti. Il nucleo di una Cometa che p. es. non abbia più che $\frac{1}{2000}$ della massa terrestre, può concepirsi come una sfera di 130 miglia di diametro ed anche più, e della densità del granito. Se cotesta massa con una velocità di più che nove leghe per minuto secondo di tempo urtasse contro la Terra, non potrebbe per verità dar luogo a tutte le conseguenze che Halley descrive, ma potrebbe bensì portar via qualche scheggia di quella. Ed intanto il moto progressivo e la velocità della medesima, non che l' eccentricità della sua orbita e di quella della Luna non potrebbero riportarne che piccolissime variazioni, le quali si manterrebbero tuttavia tali per l' intero giro de' secoli. Una massa di cotesta grandezza, se pur non maggiore, si trova probabilmente in parecchie Comete, come p. es. in quelle del 1779 e del 1807. Seguendo dunque uno scontro tra questi astri e la Terra, si verificherebbe il caso che il nostro Pianeta soffrirebbe

una parziale modificazione di figura senza riportar cangiamento sensibile nè nell'asse nè nel movimento rotatorio.

Io però son molto lontano dall' adottar tutte le idee di Halley, e dal volere spiegar tutti i fenomeni geologici per mezzo dello scontro di una Cometa. Ben è vero che noi non siamo in istato di poter dare un'esatta e precisa soluzione del tanto difficil problema dell'origine della Terra (33); ma è altronde certo che ammesso anche l'urto di una Cometa, cotesto problema geologico resta tuttavia sciolto a metà. Le tracce ed i segni di grandi rivoluzioni avvenute sulla Terra sono evidenti: ma non è meno evidente che hanno rapporto non ad una sola, ma a molte e svariate cagioni, e che son separate l'una dall'altra per epoche lontanissime. Le nostre limitate facoltà di conoscere non possono percorrere tutte le tracce, che le rivoluzioni avvenute sulla Terra vi hanno lasciato, nè sceverarne le cagioni, e coordinar quelle di ciascuna catastrofe. E ciò segue dall'essere quelle confuse colle parziali rivoluzioni di ciascuna regione della Terra, che dove bruscamente, dove per gradazione produce la sempre operosa Natura per mezzo di torrenti e di fiumi, di tempeste e di maree, d'inondazioni e di arrenamenti, di eruzioni vulcaniche di terremoti, ed in fine per mezzo di una non interrotta serie di composizioni e decomposizioni di sostanze. Il che poi dà ragione delle strane conseguenze, a cui menano tutte le ipotesi geologiche sino a' di nostri immaginate, le quali se trovansi acconce alla spiegazione di un fenomeno particolare, all' opposto o non riescono di uso nessuno o son di ostacolo nel render ragione degli altri. Potrebbe p. es. essere stato l' urto di una Cometa quello che in diversi mari sparti l'immensa massa delle acque che da Sud-Ovest a Nord-Est estendevasi sulla superficie terrestre, che diede origine ai promontori australi, alle baie occidentali, alle isole orientali, che sterminò i viventi in diverse regioni della Terra e ne trasportò gli avanzi miserabili dalla Siberia ad Obio, dalle contrade della Germania, della Francia, dell'Italia alle contrade Olandesi ed Irlandesi. Potrebbe anco spiegarsi per mezzo dello spostamento dell'asse e della variazione del moto rotatorio della Terra, come al presente sian continenti, ove in altri tempi eran fondi di mare. Ma con cotesta ipotesi non si

potran mai spiegare molti altri fenomini, i quali con tanta evidenza sembran dimostrare, che il mare nel giro de' secoli decorsi si sia sollevato insensibilmente colle sue acque sino alle cime delle più alte montagne, e poi se ne sia ritirato anco per gradi riabbassandosi; e che queste grandi oscillazioni abbian dovuto più volte rinnovellarsi nella massa delle sue acque per dar luogo alle diverse *stratificazioni*, che da per tutto ci si presentano, e della specie stessa di quelle che seguono nelle sue tranquille profondità e lungo le rive de' laghi. Lo scontro di una Cometa colla Terra non può di maniera nessuna spiegar coteste oscillazioni, nè lo può del pari l' Astronomia. La lor vera cagione, per quanto pare, sarà probabilmente nascosta nella interna ed a noi affatto inaccessibile struttura della sfera terrestre; dev' esser cercata nelle forze chimiche e meccaniche che operano in essa, delle quali, giusta la spiritosa riflessione di Lichtemberg, conosciamo così poco, quanto poco conosce del contenuto di un libro il tarlo che ne abbia roso un tantino della coperta. Ed oltre a ciò si potrebbe fondatamente dir del tutto assurda l' ipotesi, che nel sen della Terra seguano cangiamenti tali, da variar quando ad un tratto e quando gradatamente la posizione del suo centro di gravità? Ma io smetterò ormai, non volendo nè potendo scrivere una Memoria geologica; ed avendo solo in animo di mostrare che l' uomo non ha quasi nulla a temere dalle Comete, poichè i danni di cui esse si voglion cagioni o sono del tutto impossibili, ovvero si rendon probabili soltanto ad epoche così lontane da non aver proporzione alcuna colla durata della vita umana.

# ANNOTAZIONI

(1) « Le Comete, dice l'immortal Newton (Philosoph. Nat. Princip. « Prop. XL), si muovono per traiettorie della specie delle sezioni coniche « aventi i loro fuochi nel centro del Sole, ed i raggi vettori nelle loro orbite « descrivono aree proporzionali ai tempi. »

(2) Non saprei convenire su questo punto col D. Olbers. La stabilità del sistema solare si appoggia tutta alla piccolezza dell'eccentricità delle orbite de'Pianeti ed a quella degli angoli che i loro piani formano col piano dell'ecclittica, non che all'esser diretti i loro movimenti intorno al Sole tutti nel medesimo verso, cioè da ponente verso levante (v. Laplace Méc. Cél. I. Part. Ch. VII. n° 57). Parrebbe dunque potersi dire che una delle ragioni moltissime, che determinaron l'Infinita Sapienza del Creatore a far muovere tai corpi per cotesto genere di curve, fu quella di procurare la stabilità del loro sistema.

(3) In luogo di dir tutte ellittiche le orbite che le Comete descrivono intorno al Sole, avrebbe l'Autore potuto dirle più propriamente curve coniche. Di fatti è cosa notissima che il moto della maggior parte di tali astri è ben rappresentato per la parabola; e se talvolta gli Astronomi sono stati costretti di ricorrere all'ellissi, perchè la parabola non rappresentava sufficientemente le osservazioni, altre volte si son trovati nella necessità di ricorrere pel medesimo oggetto all'iperbola. Aggiugnerò che il famoso Burkardt, il quale credeva che fisicamente fosse impossibile il moto di un corpo celeste per quest'ultima specie di sezioni coniche, fu costretto a pensare altrimenti quando si trattò dell'orbita della Cometa del 1771 (v. Francoeur, Uranographie n° 118). S'ingannerebbe però chi credesse non potersi conciliare la possibilità di cotesta specie di moto coi limiti dello spazio. La resistenza dell'etere, che necessariamente dee riempirlo, e sull'esistenza del quale in oggi non si saprebbe più muover dubbio, dilegua del tutto cotesta difficoltà. Anzi ammesso lo spazio ripieno di etere resistente, si ha fondata ragione di credere che le Comete non escan mai dalla sfera, dirò così, del sistema solare per visitare altri sistemi, come piacque asserire a Sir John Herschel (v. Treatise ou Astronomy cap. X n° 480). Che poi l'ellissi, che alcune Comete descrivono, sian tutte fortemente eccentriche, è verità irrefragabile e di fatto. Nè la eccentricità dell'orbita della Cometa scoperta da M.r Faye nel Novembre del 1843 forma caso di eccezione. Perocchè sebbene dai calcoli di Sir Goldsmidt cotesta eccentricità risulti = 0,51, posto = 1 il raggio

medio dell' orbita terrestre, (frazione che per altro su questo genere di quantità è considerevole), pure da quelli del Rettor Main (v. Royal Astronomical Society vol. VI May 10, 1844), e da' miei fondati su quattro osservazioni scelte fra le molte che se ne fecero nella Specola delle Scuole Pie di Firenze dal P. Tanzini e dal D.r Mariano Mangani Astronomo Aggiunto, la suddetta eccentricità risulta = 0,61.

(4) Non solo le Comete si caccian talvolta dentro l'orbita di Mercurio, ma se n'è vista eziandio qualcheduna tanto ardita, da lambir quasi la sostanza fluida e luminosa onde è coperto il nucleo solare. Ciò sembrano aver fatto la Cometa del 1680, e quella apparsa nel Marzo del 1843, della quale si racconta che fu vista in pieno giorno a Bologna, Parma, ec. ec. Ma quest' ultima dà luogo a congetture anco più strane. M.r Plantamour trovò la distanza del suo perielio dal sole = 0,0045, posto come dianzi = 1 il raggio medio dell' orbita terrestre. « Sicchè, dice il Sig. Arago (v. An- « nuaire pour l'an 1844) essendo il raggio della sfera solare = 0,0046, « sembra che la Cometa abbia potuto penetrar nella sostanza luminosa che « determina il contorno visibile del grand' astro ». Più singolari però de' resultati de' calcoli di Plantamour si fur quelli che io ottenni, essendomi venuta la suddetta distanza perielia = 0,0011. I miei calcoli furono appoggiati a tre osservazioni, una delle quali fu fatta nell' Imp. Osservatorio di Vienna dal Sig. Litrow (v. Wienner Zeitung del 27 Marzo 1843) e le altre due scelte fra le varie che se ne fecero nella Specola delle Scuole Pie di Firenze; e la parabola che ne dedussi si accordava col resto delle osservazioni in modo soddisfacente, e dentro i limiti degli errori da cui queste per l'ordinario sogliono essere affette. Riguardandola dunque come prossima alla vera traiettoria della Cometa, bisognerà concludere che questa penetrò molto in dentro alla sostanza fluida del Sole; e se non si può asserire a tutto rigore che il nucleo solare sia un po' meno di 0,013 del volume di tutto lo sferoide del grand' astro, se ne può trarre almeno argomento di opinare che dell' intero volume dello stesso una parte considerevole sia fluida, e ben piccola parte sia solida e consistente.

(5) Il già lodato Sig. Arago nella XI delle sue Lezioni di Astronomia confuta con varie buone ragioni cotesta opinione di Halley, ed a parer mio la più decisiva è quella ch' ei deduce dai principii della Meccanica. « Egli « è facile provare, sono le sue parole, che una Cometa non sia venuta « mai ad urtar contro la Terra, poichè l' effetto di un tale urto sarebbe « stato quello di sostituire all' asse principale di rotazione un asse istanta- « neo; e le latitudini terrestri sarebbero in oggi sottoposte a delle varia- « zioni continue e periodiche, il che non indican punto le osservazioni. « Veramente non sarebbe matematicamente impossibile che l' urto sostituisse « al contrario un asse principale ad un asse istantaneo, ma un caso di tal « fatta è tanto improbabile da non toglier punto di forza alla dimostrazione. » Ma questa ragione e tutte le altre, che ha saputo trovare il Sig. Arago, varrebbero poco quando si volesse ammettere il diluvio come l' effetto dell' attrazione da una o più Comete esercitata sulle acque dell' Oceano. Una

Cometa che nella massa fosse quattro volte più grande della Luna, e si avvicinasse alla Terra di non più che 16000 o miglia geografiche, sarebbe capace di produrre una marea circa 7000 volte più grande di quelle che avvengono per l'ordinario; onde a Saint-Malo p. es., ove le maree sogliono essere all'altezza media di 5m,98, in quel caso esse potrebbero, anzi dovrebbero montare all'altezza di 41195m, 52, alla quale altezza non arriva nessuna montagna della Terra.

(6) Non starò ad occuparmi della confutazione della stranissima dottrina Whistoniana, poichè è già stata combattuta da tanti illustri Scrittori, ed ultimamente dal Sig. Arago (v. Leçon d'Astronomie). Farò avvertir soltanto che la Cometa, a cui Wiston ebbe ricorso per ispiegar cotesti tre grandi avvenimenti, è per l'appunto quella del 1680, da cui in tal'epoca nè la Terra nè altra parte del sistema solare riportò danno veruno o sensibile alterazione (v. Piazzi Lez. Elem. di Astr. tom. 2°).

(7) Ma più vivamente eccitò l'ammirazione dell'universale nella Francia, ed anco nella nostra Italia la teoria Whistoniana riprodotta dal Buffon, e dai più creduta original concetto della sua mente. Si disse niente meno che l'ipotesi del famoso Naturalista sull'origine del mondo fosse la migliore e la più vicina al vero fra quante n'erano state immaginate sino a' tempi suoi (v. Litrow. Wunder des Himmels 3° tomo, cap. XI). Gli stessi suoi ammiratori però convengono dell'insussistenza delle di lui idee sull'origine del mondo (v. Francoeur. Uranographie).

(8) Maupertuis fu detto anche lo Schiacciatore, perchè spedito al circolo polare del nord con Clairaut, Camus, e Lemonnier onde misurarvi un grado di meridiano, nel suo ritorno a Parigi si fece dipinger vestito da Lappone e con una mano appoggiata sulla Terra in atto di schiacciarla. Sventuratamente però la schiacciò tutt'a rovescio, poichè ne fece il raggio polare più lungo dell'equatoriale (v. Franchini, Manuale di storia delle Matem.) Nella rinomata sua Lettera sulla Cometa del 1742, di cui si parla nel testo, si fa a dipingere in un modo piuttosto poetico gli effetti che potrebbero risultare non dalla reale azione delle Comete sulla Terra, ma da quella che loro attribuisce la sua focosa immaginazione. Le Comete secondo lui passando dappresso alla Terra potrebbero alterarne il moto in modo tale, da renderla o Cometa o lor satellite. « Ed allora, ei prosegue, « il Pianeta che noi abitiamo, invece di continuare il suo corso in una « regione uniforme e di una temperatura proporzionata agli uomini ed ai « differenti animali che l'abitano, sarebbe esposto alle più strane vicissi- « tudini; ed or bruciato nel suo passaggio pel perielio, ora gelato nel pas- « saggio per le più lontane e fredde regioni del cielo, passerebbe per una « serie interminabile e non interrotta di danni, salvo il caso che un'altra « Cometa non ne mutasse di bel nuovo il corso, e non lo ristabilisse nella « sua primitiva uniformità. » Ma perchè Madama, cui dirige la sua lettera, si riabbia dallo spavento concepito per questa descrizione di catastrofi così orrende, ei soggiugne poco dopo. « Ma urtando una Cometa contro la Ter- « ra, non si potrebbe anco aver il piacere di trovar nelle scheggie e nei

« minuzzoli di queste masse che noi disprezziamo dell' oro e dei diaman-
« ti? ... Ed havvi eziandio un'altra specie di spoglie di Comete, di cui noi
« potremmo essere arricchiti. Si spiegò nel trattato della figura degli astri
« come un Pianeta potrebbe appropriarsi le loro code, e senza esserne
« inondato formarsene una specie di anello o di volta intorno intorno. Si
« fece vedere che la coda di una Cometa potrebbe trovarsi in circostanze
« tali, da esser costretta dalla legge della gravità a raccogliersi intorno
« alla Terra, e si determinò la figura che debbon prendere questi anelli.
« E tutto ciò si accorda così bene con quanto si osserva intorno a Saturno,
« che sembra non potersi trovare una spiegazione nè più giusta nè più na-
« turale di questo fenomeno; nè dovranno farsi un giorno le maraviglie,
« vedendo formarsi un simile anello intorno alla nostra Terra. » (v. Maupertuis, Lettr. sur la Comète du 1742). Eppure queste stranezze, delle quali in oggi potrebbe far argomento de' suoi racconti una vecchia governante per far cessare il chiasso di una quadriglia di vispi ragazzi, un giorno furono l' oggetto dell' ammirazione di tutta la Francia!!

(9) « Si è veduto, son parole di Laplace (v. Syst. du Monde), spandersi
« per Parigi il più vivo spavento nel 1773 pel semplice annunzio di una
« *Memoria* nella quale Lalande determinava fra le Comete osservate quelle
« che più si avvicinerebbero alla Terra; tanto è vero che gli errori, le
« superstizioni, i vani terrori e tutti i mali che porta seco l'ignoranza si
« riproducono prontamente se la luce delle scienze minaccia di estin-
« guersi. »

(10) Se non un urto, un avvicinamento molto considerevole dentro il giro di 2500 anni dovrà seguire tra la Cometa di Biela e la Terra. Tanto almeno ha lasciato scritto il D.r Olbers in un articolo sul ritorno della Cometa di Biela inserito nelle Notizie Astronomiche di Schümacher n° 128. Ei trova che la minima distanza di quest' astro dalla Terra sarà appena di 15920 miglia geografiche, cioè $\frac{1}{12}$ circa del raggio dell' orbita della Luna. Se la massa di codesta Cometa fosse eguale a quella della Luna, nel suo massimo avvicinamento alla Terra dovrebbe produrre una marea 1728 volte maggiore dell' ordinaria. Ma il lodato Astronomo ci assicura che il raggio
« del nucleo di cotesto astro essendo di circa 20 miglia geografiche, e di
« poca densità la sostanza ond' è formato, la sua attrazione non potrà pro-
« durre notabili effetti nè sull' orbita nè sulla superficie della Terra. »

(11) Che realmente Dusejour togliesse a scrivere le sue *Ricerche sulle Comete* per calmare l' apprensione e lo spavento generale eccitato in Francia dalla Cometa del 1773, si rileva non solo dal discorso preliminare del suo *Saggio sulle Comete*, ma anche dal *Rapporto* che sul *Trattato Analitico de' Movimenti Celesti* di questo Autore fecero all' Accademia delle Scienze di Parigi i Sigg. Saron, Bailly, Cousin e Laplace. Ecco di fatti quanto leggesi nell' indicato *Rapporto*. « Nel 3° libro (dell' opera citata) il
« Sig. Dusejour ha riprodotto quanto pubblicò sulle Comete che possono
« approssimarsi all' orbita della Terra. L' impressione generale di spavento
« che produsse nel 1773 l' idea di una Cometa, che metter dovea in soqquadro

« e rovina la Terra, diede luogo a questa ultima opera. » (v. Dusejour, Traité Analit. des Mouv. App. des Corp. Cél. 2e tom., Jugem. de l'Acc.)

(12) Ciò rendesi manifesto dal riflettere che le orbite, che le Comete descrivono intorno al Sole, sono linee di second' ordine; e queste tagliando un circolo, non possono aver di comune collo stesso che due soli punti. I punti poi, ne' quali l'orbite delle Comete, e più generalmente le orbite de' corpi celesti tagliano l' ecclittica, si chiamano nodi.

(13) E veramente il valore della probabilità $P$ deve ricavarsi dall'equazione

$$P = \frac{a^2 \sqrt{3}}{2 R^2},$$

alla quale l'Autore perviene dimostrando che lo spazio, dentro il quale dee trovarsi la Cometa per esser distante dalla Terra di una quantità minore di $a$, è chiuso dal perimetro di una ellissi, i di cui assi sono $a\sqrt{3}$ ed $a$. Ho dovuto ometter però la dimostrazione ch' ei dà di questo teorema, poichè non è alla portata di coloro, pei quali principalmente ho tolto a far questa versione. Per altro s' intende di leggieri, che quanto più l' orbita di una Cometa è inclinata all' ecclittica, tanto più cresce la possibilità dell' incontro di quell' astro colla Terra; e che in conseguenza la probabilità $P = \frac{a^2}{2 R^2}$ che ha luogo quando tutte le orbite delle Comete si suppongono perpendicolari all' ecclittica, deve aumentare. Ora dalla teoria si ha che la prima probabilità sta a quella risultante dalla ipotesi, che la media inclinazione delle orbite delle Comete sul piano dell' ecclittica sia $= 45°$, nel rapporto di $1 : \sqrt{3}$.

(14) Basta volger lo sguardo ad un qualunque Catalogo di Comete per accertarsi di questa verità.

(15) La troppa vicinanza delle Comete al Sole rende debolissima l'azione della luce che riflettono su i nostri sensi in comparazione di quella della luce solare diretta, e quindi le rende impercettibili; come del pari impercettibili le rende la troppa distanza dalla Terra in conseguenza della notissima legge di Ottica che l' intensità della luce è in ragione inversa del quadrato della distanza del corpo che la radia.

(16) Nel 28 Marzo 1843 fu misurata la nebulosità che circondava il piccolissimo e quasi impercettibile nucleo della Cometa, di cui si è parlato nel n° (4), e si trovò aver 2' 40" di arco di diametro apparente. Essendo dunque in quel giorno = 49 milioni di leghe la sua distanza dalla Terra, il diametro reale della nebulosità dovea estendersi a circa 38000 leghe, ed il suo volume essere = 1700 volte quello della Terra. La coda di questa Cometa avea 63 milioni di leghe di lunghezza, e più di un milione di leghe di larghezza. Il Sig. Arago osservò che se nel 23 del suddetto mese la coda si fosse trovata in quella regione di cielo che occupava nel 27 Febbrajo, cioè se la Cometa fosse passata pel perielio 24 giorni più tardi, la Terra l' avrebbe attraversata infallibilmente (v. l' Institut. del 30 Marzo 1843, n° 483).

(17) Un esempio ne abbiamo nella Cometa del 1770, che è ricomparsa nell'anno corrente 1844, ed è stata veduta la prima volta in Roma dal P. de Vico Gesuita la notte del 21 Agosto. La sera del 19 Settembre, in cui venne veduta la prima volta nell'Osservatorio delle Scuole Pie di Firenze, ne misurai la coda per mezzo del micrometro annulare di cui è fornito un telescopio di Fraunhofer, segnando gl'istanti degli appulsi del nucleo dell'astro e di una piccola stella posta all'estremità della coda, e la trovai di 9'. 35" di arco circa. Gli elementi ellittici dell'orbita di questa Cometa calcolati da Faye davano per quel giorno la sua distanza dalla Terra = 11 milioni di miglia o poco più; onde l'effettiva lunghezza della coda risultava di 32106 miglia, ovvero di 9,5 raggi terrestri, cioè poco più della metà di quella che aveva nel 1770. Cotesta sera fu una delle più liete per me, perchè mentre mi occupavo delle osservazioni di un astro che fa tanta epoca nella Storia dell'Astronomia, mi pervenne la graditissima nuova del ritorno che da pochi giorni avea fatto dalla Svizzera in Firenze una persona, in cui Natura ha fatto pompa della gran varietà de'suoi doni, in cui ho ammirato un'innocenza direi angelica, e di cui mi avrò carissima la rimembranza finchè spirerò aure di vita.

(18) La Cometa, di cui parla Phranzas, fu quella che sparse un generale spavento fra i Turchi nel 1454, poichè fu creduta il segnale di un armamento di tutta la Cristianità contro di loro (Litrow op. cit. cap. XI. § 169).

(19) La confutazione, che il D.r Olbers fa di questa dottrina di Duséjour; mi è sembrata tale da trascender le cognizioni di chi è digiuno affatto o poco versato nelle Matematiche, e perciò ho creduto conveniente tralasciarla.

(20) È questo il numero delle Comete che si conoscevano nell'anno in cui l'Autore scrisse la presente Memoria.

(21) Da coteste variazioni non va esente neppur l'orbita della Cometa di Enke a breve periodo, di quella cioè che fu vista nel 7 Novembre 1795 la prima volta da Carolina Herschell. Il lodato valentissimo Astronomo si è assicurato che il tempo che scorre da un passaggio all'altro pel perielio varia sensibilmente, e che sensibili in egual modo sono le variazioni degli altri elementi dell'orbita.

(22) Questa proposizione è una delle più arrischiate, e non molto degna del D.r Olbers. Si è veduto nei n.ri (5) ed (11) gli effetti che dovrebbero risultare sulle acque dell'Oceano dall'attrazione di una Cometa, che si avvicinasse alla Terra di $\frac{1}{12}$ del raggio dell'orbita della Luna, e nella massa fosse eguale o quadrupla di quest'astro. Ora il chiarissimo Scrittore avrebbe dovuto dimostrare o esser fisicamente impossibile che una Cometa si possa di tanto avvicinare alla Terra, o non potersi trovare una massa di cotesta grandezza nella specie de'corpi celesti che si distinguono col nome di Comete, volendo emettere una proposizione di quella fatta. E dal discorso che seguita ci potrebbe stabilir soltanto, che di tutte le Comete conosciute ai tempi nostri nessuna attesa la piccolezza delle loro masse ci dee mettere in apprensione, sebbene voglia supporsi che si avvicini di molto alla Terra.

(23) « Infatti, dice questo Astronomo, una Cometa di massa eguale a

« quella della Terra, e che le si approssimasse a 13000 leghe nelle circo-
« stanze più favorevoli alla sua azione, aumenterebbe il grand'asse dell'or-
« bita terrestre di 0,0044 e conseguentemente l'anno di 2g.. 16or. 16', varia-
« zioni troppo piccole perchè il loro effetto sia nocevole » (v. l' Essay sur les Comètes, Discours préliminaire).

(24) Veramente quando il raggio medio dell'orbita terrestre si suppone accresciuto di 0,0044, l'incremento dell'anno non sarebbe di 2g.. 10or. 16', ma di 2g.. 8or. 55', ritenendo col celebre Piazzi la durata dello stesso = 365g.. 5or. 48'. 50''.

(25) La celebratissima Cometa del 1770 fu scoperta da Messier la notte del 14 Giugno ed osservata sino al 2 Ottobre (v. Schümacher, Verzeichniss aller bisher berechneten Cometen Bahnen). Lexell poco soddisfatto dell'accordo che trovavasi fra le osservazioni e gli elementi parabolici dell'orbita che se n' erano calcolati, cercò direttamente la trajettoria per la quale quell'astro si moveva intorno al Sole, e trovò che era un ellissi il cui giro facevasi in cinque anni e due terzi. Il medesimo risultato ottenne Burkardt, dopo di aver sottoposto ad una rigorosissima discussione le osservazioni e le posizioni delle stelle a cui quest'astro si era riferito. « Una Co-
« meta la cui rivoluzione si compie in un intervallo di tempo così breve,
« avrebbe dovuto spesso rendersi visibile; eppure essa non si era mai vista
« prima del 1770, nè si è più riveduta in seguito. Per spiegare questo feno-
« meno Lexell ha fatto osservare che negli anni 1767 e 1779 questa Cometa
« essendosi di molto avvicinata a Giove, l'attrazione di questo Pianeta ne
« cangiò successivamente la distanza perielia di maniera, da renderla vi-
« sibile nel 1770 d'invisibile che era per l'innanzi, e renderla di nuo-
« vo invisibile dopo il 1779. » (Laplace Méc. Célest., tom. IV, liv. 9). Ma essendo riapparsa nell'Agosto del corrente anno 1844, come si disse nel n° (18), i Geometri son ritornati sulla ricerca delle cause di un così singolare fenomeno. Il Sig. Leverrier ha dimostrato che se si calcolano le perturbazioni prodotte dall'attrazione di Giove sul movimento della Cometa dal 1780 in poi, van decrescendo da una rivoluzione all'altra di quest'astro, a segno che la distanza perielia da 3,33 che era nel 1779 al presente si dovrebbe trovare = 1,27, supponendo = 1 il raggio medio dell'orbita terrestre; il che è stato avvalorato dal fatto, poichè Faye avendone calcolato, come dicemmo, l'ellissi, sulle osservazioni del 2, 7, e 10 Settembre ne ha trovato la distanza perielia = 1,2 circa. I Sigg. Laugier e Mauvais poi han verificato che le orbite delle Comete del 1585, 1678, 1743, 1770 hanno molta analogia con questa calcolata da Faye (v. l'Institut. del 18 Settembre 1844, n° 560).

(26) Di questo genere ed anche più stravaganti sono le opinioni che corsero intorno alle Comete presso i Filosofi antichi e del medio evo. Vi ebbe fin chi insegnò essere stati questi astri creati da Dio, perchè spinti dagli Angeli or qua or là spaventassero i mortali; e quella testa fantastica di Fra Valderama Spagnolo credè che fossero spiriti malefici sbucati dalle bolgie infernali per incutere un salutar timore alla malvagia razza degli

uomini. Le sterilità della terra, i terremoti, le guerre, le morti de' Principi ec. credevansi prodotte dall' apparir delle Comete. Così anco la pensavano i più dotti; e lo stesso S. Gregorio Magno fu di avviso che la peste, ond' era devastata l' Italia a' suoi tempi, e sviluppavasi ordinariamente o per via di starnuti o di sbadigli, fosse un effetto della presenza della Cometa del 589 (v. Litrow, Wunder des Himmels 2° tom. cap. XI). Ai tempi di Newton tutte queste opinioni caddero quasi interamente; ed i Filosofi posteriori a lui non lasciarono di ritornarvi sopra e sottoporle a nuovi attacchi. Il Sig. Arago ultimamente se ne è pure occupato (v. l'Annuaire del 1832). Ei dimostra esser quasi impossibile che una Cometa possa modificar sensibilmente il corso delle stagioni, ed alterar la media temperatura dell' atmosfera terrestre. Ei rigetta eziandio l' opinione che la sostanza della coda di una Cometa, mescolandosi colla nostra atmosfera, possa produrre delle malattie in conseguenza dell' alterazioni che questa subirebbe. Io per altro ho sempre inteso dire dai Fisici che dal mescolar sostanze diverse si può dar luogo quasi sempre a chimiche composizioni o decomposizioni delle medesime, e quindi origine ad un terzo genere di sostanze. Ciò posto, io domando se ripugna fisicamente che fra le sostanze elementari delle code e delle atmosfere delle Comete, ve ne sia di quelle che possono combinarsi coll' ossigeno, e produrre una sostanza di terzo genere e non respirabile. I limiti della nostra mente non ci permetterebbero che rimanere in un prudente dubbio a questa dimanda. Questi stessi limiti dunque non dovrebbero nè far rigettare nè ammettere le proposizioni che l' illustre Astronomo e Fisico francese con tanta franchezza e disinvoltura rigetta come false ed assurde. Ben è vero che la serie de' fatti sinora seguiti è in suo favore; ma questa serie è tale da non far apparire assurdo il contrario.

(27) Il primo a cui si manifestò la differenza, che fra le latitudini astronomiche e geodetiche ha luogo nell' Italia, fu il P. Giovanni Inghirami delle Scuole Pie, paragonando la latitudine di Pisa dedotta dalle sue misure geodetiche colla latitudine astronomica della stessa Città determinata dal Barone di Zach (v. Antologia n° 125). Quest' anomalia singolare, che più marcata poi si trovò tra la latitudine geodetica e l' astronomica dell' Osservatorio di Brera a Milano, si era già scoperta in varii altri punti della Terra (v. Laplace, Méc. Cél. 1. Part. livr. III. n° 40). Un tal fenomeno però in luogo di attribuirsi allo spostamento dell' asse terrestre seguito per l'urto di una Cometa, potrebbe derivarsi da ben altre cagioni, della cui reale esistenza non si saprebbe dubitare. « L' azione continua de' vulcani, dice il « Barone di Zach or nominato, lascia sospettare delle irregolarità nella densità « de' diverrsi strati che compongono lo sferoide terrestre » (v. Corrisp. Astr. 5° vol.). Perchè dunque non si potrebbe attribuir questo fenomeno alla legge ognor cangiante della densità degli strati della Terra, in forza della quale dee restar variata la direzione della gravità, che avrebbe luogo, quando il Pianeta che noi abitiamo si supponesse uno sferoide di densità uniforme?

(28) Questa verità ho avuto luogo di verificare anch'io in Firenze nel suddetto anno 1844 sulla Cometa scoperta da Mauvais a Parigi nel mese di Luglio, ed osservata dal P. Tanzini delle Scuole Pie, dal D.r Mariano Mangani e da me dal 22 di quel mese sino al 7 Settembre. Il tessuto dell'astro aveva tutte le apparenze di un pezzetto della via-lattea; se non che nel centro sembrava un po' più condensato, e prendeva figura di nucleo. Il diametro apparente della nebulosità si mantenne sempre fra i 4' e 6' di arco.

(29) Tale è la Cometa di cui si è parlato nel n° (18). Ad onta del gran chiaro di Luna che investiva il cielo, e dell'ingombro di due grandi sbarre che traversavano il campo del canocchiale della macchina equatoriale dell'Osservatorio delle Scuole Pie di Firenze, alla qual macchina si è quasi sempre osservata questa Cometa, il suo nucleo appariva nitido e brillante come una stella di sesta in settima grandezza.

(30) Le Comete che hanno il perielio ad una distanza dal Sole minore del raggio medio dell'orbita terrestre, si trovano rapporto a noi nelle condizioni medesime dei Pianeti Venere e Mercurio. Siccome dunque questi sono soggetti a delle fasi come la Luna; così se i nuclei delle Comete fosser compatti a somiglianza di tai Pianeti, dovrebbero subire gradazioni di luce analoghe a quelle che nei medesimi osserviamo. Si può aggiugnere in conferma di quanto dice il D.r Olbers che la Cometa di Enke a breve periodo nelle varie volte che si è resa visibile, non sempre si è mostrata fornita di nucleo; il che certamente non sarebbe avvenuto se il nucleo suddetto fosse una sostanza dura e compatta come quella dei Pianeti ( v. Francoeur Uranographie n° 119 ).

(31) Quando si vuole ammetter che alcune Comete sieno una modificazione della sostanza solare, per ispiegarne l'origine si potrebbe convenire con Herschell e coi più accreditati Astronomi che il Sole sia un corpo solido avviluppato in un'atmosfera di nubi infocate. Supponendo di fatti che una Cometa, come p. es. ha potuto fare quella del Marzo 1843, passi così dappresso al Sole da sfiorarne il fluido e luminoso suo inviluppo, non si trova improbabile che un briciolo dirò così da quella immensa massa si stacchi; e trovandosi nello stesso tempo animato dall'impulso ricevuto dalla Cometa e dall'attrazione solare, si muova intorno al grand'astro percorrendo una curva conica, e diventi così ancor esso Cometa.

(32) Ed in vero quando pur si vuol pretendere che qualche Pianeta o qualche Satellite del sistema solare si sia scontrato con una Cometa, e non abbia riportato alterazione sensibile nelle leggi del suo moto, come risulta dalle osservazioni, si può concludere soltanto che le specie delle Comete a cui quella appartiene,, sia di piccola e poco ponderabile mole. Non reggerebbe però in buona Logica la proposizione, che pare voglia stabilire Laplace, cioè che il sistema solare non ha di che temere nè per le attrazioni nè per gli urti che le sue parti potrebbero ricevere dalle Comete ( v. Mecc. Cél. 2e Par. liv. IX ), se non ammettendo 1° che effettivamente sia seguito un urto tra uno di questi astri ed un Pianeta o un Satellite;

2° che tutte le Comete, che si aggirano intorno al Sole abbiano le lor masse eguali o poco diverse da quella della Cometa, che urtando contro un Pianeta od un Satellite non ne variò sensibilmente nè la posizione dell' asse nè il moto.

(33) Il problema dell'origine della Terra è stato sempre insolubile per l'umana ragione, e forse lo sarà finchè questa sarà chiusa fra i limiti che ne circoscrivono attualmente le forze. Non avvien così quando si ha ricorso alla Storia di Mosè.

FINE